



6 - 9 сентября 2011, СумГУ, г. Сумы, Украина

XIII Международная научно-техническая конференция "ГЕРВИКОН-2011"
Международный форум "НАСОСЫ-2011"
Семинар "ЭККОН-11"

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ, ПРОИЗВОДСТВУ И ПОСТАВКАМ МЕХАНИЧЕСКИХ УПЛОТНЕНИЙ

Воробьев В.А.¹, Гайсин В.М.²

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен комплекс мер по организации полного цикла обслуживания насосного оборудования – от первичного инжиниринга до сервисного обслуживания. Описан опыт применения современных способов проектирования механических уплотнений. Приведен обзор производимых уплотнений под маркой Графлекс-М.

Ключевые слова: механические уплотнения, торцовые уплотнения.

ВВЕДЕНИЕ

НПО «Унихимтек» давно зарекомендовало себя как лидер российского рынка уплотнений в сфере производства плетёных сальниковых набивок, сальниковых колец, графитовой фольги и прокладок из нее. Однако мировые тенденции в области энергосбережения и защиты окружающей среды ставят задачу поиска и перехода на более эффективные уплотнения, к которым, безусловно, относятся механические (торцовые) уплотнения.

Именно по этой причине 5 лет назад в НПО «Унихимтек» было открыто подразделение, занимающееся проектированием, производством и продажей механических уплотнений под маркой «Графлекс-М».

¹ Воробьев Владимир Алексеевич, к.т.н., инженер-конструктор, ЗАО «Унихимтек-Графлекс», ул. Заводская, 2, 142181, Московская обл., г. Климовск, Россия.

² Гайсин Владислав Мингалиевич, заместитель коммерческого директора, ЗАО «Унихимтек-Графлекс», ул. Заводская, 2, 142181, Московская обл., г. Климовск, Россия.

1. ДИАГНОСТИКА И ПОДБОР МЕХАНИЧЕСКИХ УПЛОТНЕНИЙ

Вряд ли можно поспорить с тем, что эффективность работы уплотнений, находится в прямой зависимости от правильности их выбора и эксплуатации и является залогом успешной эксплуатации насосного агрегата в целом. Зачастую следует говорить даже не о выборе или проектировании нового уплотнения, а о создании уплотнительного комплекса.

Процедуру подбора механического уплотнения можно разделить на несколько этапов:

- на первом этапе проводится изучение условий эксплуатации насосного агрегата, идет анализ предыдущих конструкций уплотнений;

- на втором этапе выбирается тип механического уплотнения в зависимости от давления, температуры и типа рабочей жидкости, скорости вращения вала. Определяется тип механического уплотнения в зависимости от его конструктивных особенностей – с пружиной, резиновым или металлическим сильфоном, достаточно ли одинарного уплотнения или требуется двойное с системой подачи рабочей жидкости, требуется ли разгрузка или нет, выбирается компоновка поджимающего узла – вращающийся или неподвижный.

- на третьем этапе производится выбор материалов пар трения и вторичных уплотнений. При выборе материалов пар трения следует учитывать наличие механических примесей в перекачиваемой жидкости и ее параметры при эксплуатации насоса, способность ее к кристаллизации и образованию газовых фаз и т.д. Важно отметить, что ключевым является не просто выбор материалов пар трения, а сочетание различных материалов пар трения.

Отдельно стоит остановиться на вопросе подбора уплотнений на насосы импортного производства – европейского, японского, американского и т.д., которые эксплуатируются в России и странах СНГ. В данном случае можно предложить два способа решения данной задачи:

- замена основных изнашивающихся узлов уплотнения, таких как пары трения, вторичные уплотнения, пружины. При этом корпусные детали подвергаются очистке и дезактивации. Данный вариант может оказаться весьма выгодным для предприятий с небольшим парком таких насосов;

- перевод насосов на уплотнения собственной конструкции, разработанные в соответствии с последними требованиями мировых стандартов и максимально унифицированные с серийно выпускаемыми уплотнениями. В данном случае разработчик механического уплотнения может столкнуться с нестандартными присоединительными размерами валов и корпусов насосов, часто применяется дюймовые системы измерения. Решение - применение переходников, позволяющих устанавливать

уплотнения со стандартными присоединительными размерами или изготовление втулок и корпусов, с нестандартными присоединительными размерами. Общим правилом в обоих случаях является максимальное использование деталей и узлов, унифицированных с серийно выпускаемыми механическими уплотнениями.

2. ОБЗОР УПЛОТНЕНИЙ, ПРОИЗВОДИМЫХ ПОД МАРКОЙ ГРАФЛЕКС-М

Приведем краткий обзор механических уплотнений, производимых под маркой «Графлекс-М».

Первая группа механических уплотнений – уплотнения компонентного типа. Компания выпускает полный спектр компонентных уплотнений, спроектированных в соответствии с европейским стандартом EN 12756 (DIN 24960), которые устанавливаются на насосы, используемые в коммунальном хозяйстве, химической и нефтехимической промышленности.

Уплотнения типов 1101, 1201, 1302, 1401 применяемые для сред нейтральных к РТИ и используемые на насосах типа К, КМ, КМЛ, «Гном», Х, АХ, ХМ, Ш приведены на рисунке 1:

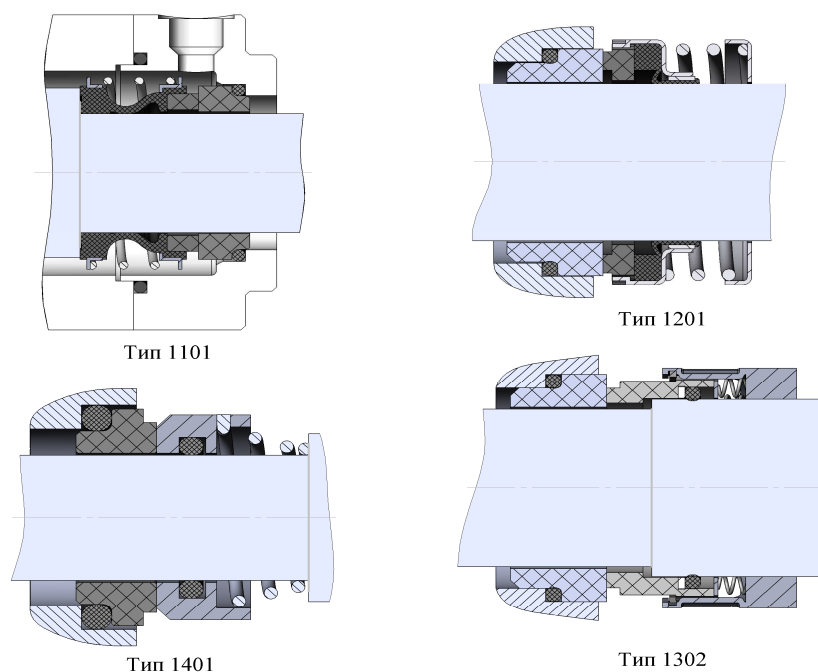


Рисунок 1 – Уплотнения для сред нейтральных к РТИ

Для сред агрессивных к РТИ применяются хорошо себя зарекомендовавшие уплотнения типа 1301, аналогичные по конструкции уплотнению 1302, где вместо кольца круглого сечения уплотнение по валу осуществляется с помощью фторопластового клина.

Вторая группа механических уплотнений – уплотнения картриджного (патронного) типа, применяются в тех случаях, когда важна надежность, повышенный ресурс, удобство монтажа, применение уплотнений такого типа обусловлено требованием нормативных документов.

Ниже приведено одинарное картриджное уплотнение типа 23102, применяющееся на насосах НК, АХ и в ряде насосов зарубежных производителей:

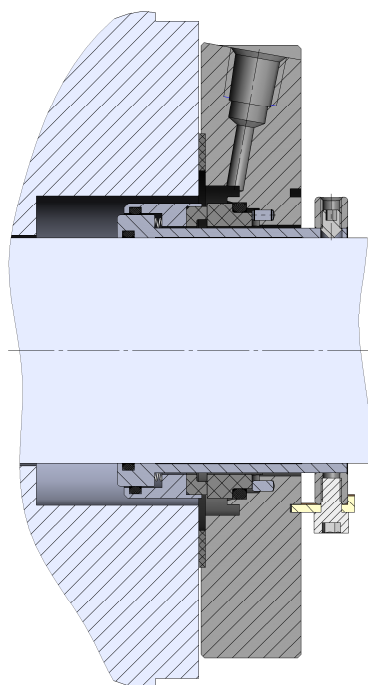


Рисунок 2 – Картриджное уплотнение типа 23102

На базе этого уплотнения, благодаря унификации ряда деталей создано одинарное уплотнение с защитной ступенью типа 23103 и двойное уплотнение типа 23202.

Уплотнение типа 23103 широко применяется на насосах российского производства, применяемых в энергетике (сетевые СЭ, ПЭ, Д), нефтедобыче

и нефтепереработке (НК, ЦНС), а также насосах зарубежного производства с использованием адаптеров или нестандартных корпусов и втулок.

На рисунке 3 приведен чертеж привязки уплотнения типа 23103 к насосу типа СЭ 500-70-16:

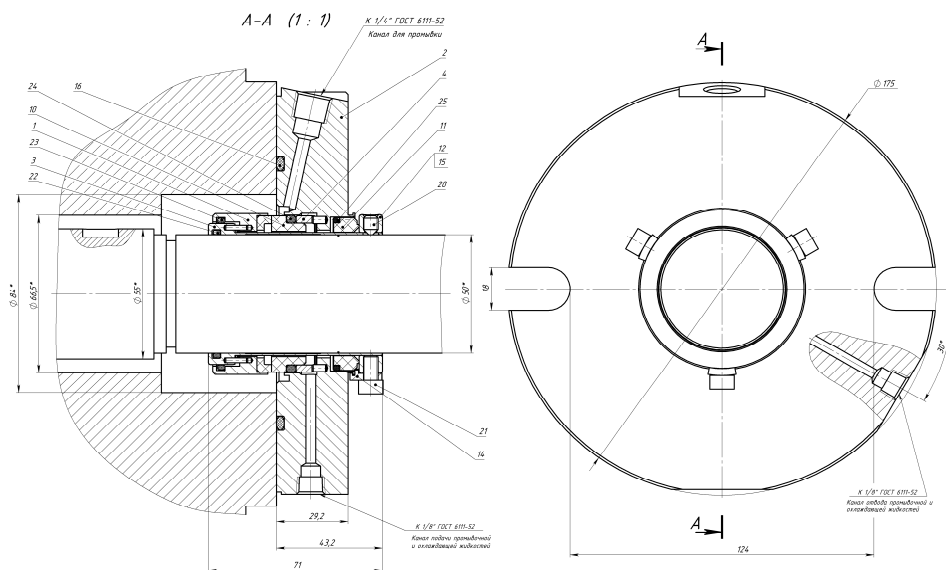


Рисунок 3 – Уплотнение типа 23103с привязкой к насосу СЭ 500-70-16

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Начиная с 2002 года все конструкторские работы, проводимые в КБ НПО «Унихимтек» осуществляются с помощью трехмерной системы автоматического проектирования Solid Works, что обеспечивает максимальную эффективность конструирования и управления внесением изменений. Не стали исключением и конструкторские работы по механическим уплотнениям – с самого начала они ведутся в САПР Solid Works, а инженерные расчеты выполняются с использованием конечно-элементных пакетов COSMOS Simulation и COSMOS Flo Simulation.

Ниже приведены примеры использования расчётных пакетов COSMOS Simulation и COSMOS Flo Simulation [1] при проектировании механических уплотнений. Показаны расчетные распределения температуры и напряжений в кольцах пары трения, выполненных из стали 95X18 и углеродистого графита с пропиткой синтетической смолой.

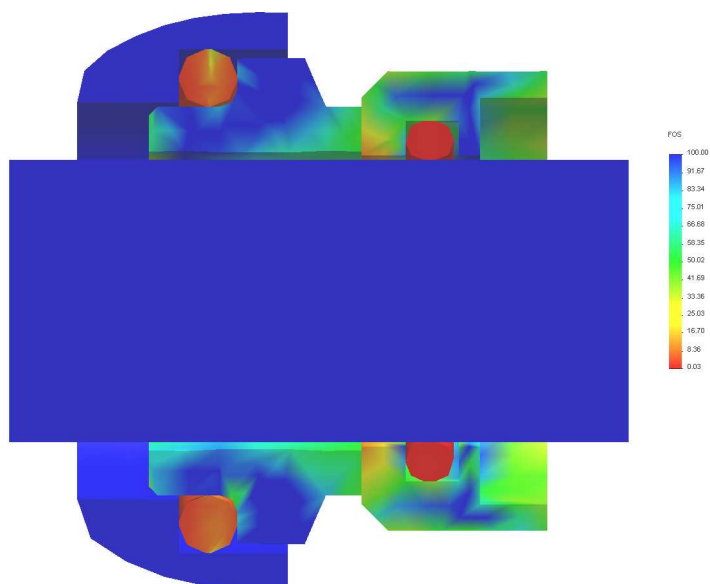


Рисунок 4 – Распределение напряжений в кольцах пары трения
(коэффициент запаса)

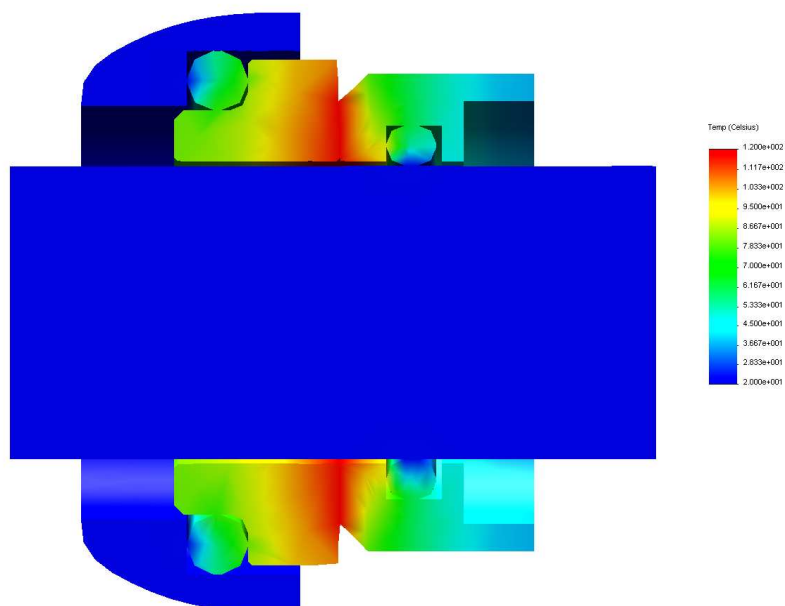


Рисунок 5 – Распределение температуры в кольцах пары трения

Неоспоримым фактом является то, что применение расчетов с использованием конечных элементов может позволить сократить объем натурных испытаний. Однако отойти от них полностью не представляется возможным – при проведении компьютерных расчетов приходится прибегать к ряду упрощений, в том числе модели контактного стыка, пренебрежение погрешностями изготовления, вибрацией и многими другими эффектами, присутствующими в реальных условиях. В ЗАО «Унихимтек-Графлекс» был создан стенд для статических и динамических испытаний уплотнений, рассчитанный на давление до 10 МПа и скорость вращения ротора до 3000 об/мин.



Рисунок 6 – стенд для испытаний механических уплотнений

Все уплотнения картриджного типа, производимые в ЗАО «Унихимтек-Графлекс» проходят статические и динамические испытания на стенде. Помимо испытаний проводятся разносторонние исследования параметров

механических уплотнений, таких как тепловыделения в щели и потери на трение, температурные деформации и т.д. [2], [3].

4. РЕМОНТ, СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Как упоминалось выше, подбор уплотнений представляет собой сложный процесс, требующий учета множества факторов. С еще более сложной задачей приходится сталкиваться при определении причин выхода из строя уплотнения. Важно определить – правильно ли выбран тип уплотнения для конкретных условий эксплуатации, нуждается ли уплотнение целиком в замене, или возможно провести ремонт отдельных его частей. Особенно это важно при обслуживании дорогостоящих картриджных уплотнений. Часто, при ремонте таких уплотнений, можно ограничиться заменой основных изнашиваемых узлов – пар трения, вторичных уплотнений, поджимающих элементов.

Многие предприятия, эксплуатирующие насосное оборудование имеют собственные механические участки, что, казалось бы, дает возможность проводить ремонт механических уплотнений собственными силами.

Однако следует отметить ряд сложностей, возникающих при ремонте и обслуживании механических уплотнений:

- уплотнения могут работать на насосах, перекачивающих как неагрессивные, так и опасные для человека среды. При проведении ремонта может потребоваться не только очистка, но и дезактивация уплотнения;
- работа с деталями из графитов требует специального оборудования (притирочно-доводочные станки, аппаратура для контроля пар трений), а также специальных помещений, оборудованных специальными системами вытяжки графитовой пыли.

Эти сложности приводят к тому, что предприятия, эксплуатирующие насосное оборудование, предпочитают менять вышедшее из строя уплотнения на новое, а ремонт дорогостоящих картриджных уплотнений доверять производителям механических уплотнений.

В ЗАО «Унихимтек-Графлекс» разработаны групповые методики ремонта механических уплотнений разного типа, как собственного производства, так и сторонних фирм.

Стандартная процедура ремонта включает в себя:

- обеззараживание уплотнения, мойка, очистка;
- техническая оценка ремонтпригодности уплотнения;
- изготовление и замена пар трения или, в определенных случаях, только их притирка, замена вторичных уплотнений и поджимающих элементов;
- сборка, маркировка, испытание давлением и окончательная проверка;

- упаковка и отправка заказчику.

На каждое ремонтируемое уплотнение составляется отчет о ремонте, содержащий в себе описание уплотнения, дефекты и неисправности, перечень ремонтных работ, а также причины, вызвавшие поломку уплотнения.

ВЫВОДЫ

В статье сделана попытка осветить все аспекты работы и возникающие при этом проблемы производителя механических уплотнений - от диагностики и подбора уплотнений на насосы отечественного и зарубежного производства до их ремонта и дальнейшего сервисного обслуживания. Сделан краткий обзор механических уплотнений «Графлекс-М».

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Алямовский А.А.: SolidWorks/COSMOSWorks 2006-2007. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК, 2007. – 784 с.
2. Мельник В.А.: Торцовые уплотнения валов: справочник. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
3. Голубев А.И.: Торцовые уплотнения вращающихся валов. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 212 с.

INTEGRATED APPROACH TO THE DESIGN, PRODUCTION AND SUPPLY OF MECHANICAL SEALS

***Vorobyev V.A., Gajsin V.M.,
JSC “Unichimtek-Graflex”***

SUMMARY

The complex of arrangements of pump equipment full-service is considered – from initial engineering to maintenance. The experience of using actual methods of design of mechanical seals is described in the article. An overview of mechanical seals “Graflex - M” is given.

Keywords: Mechanical seals.

